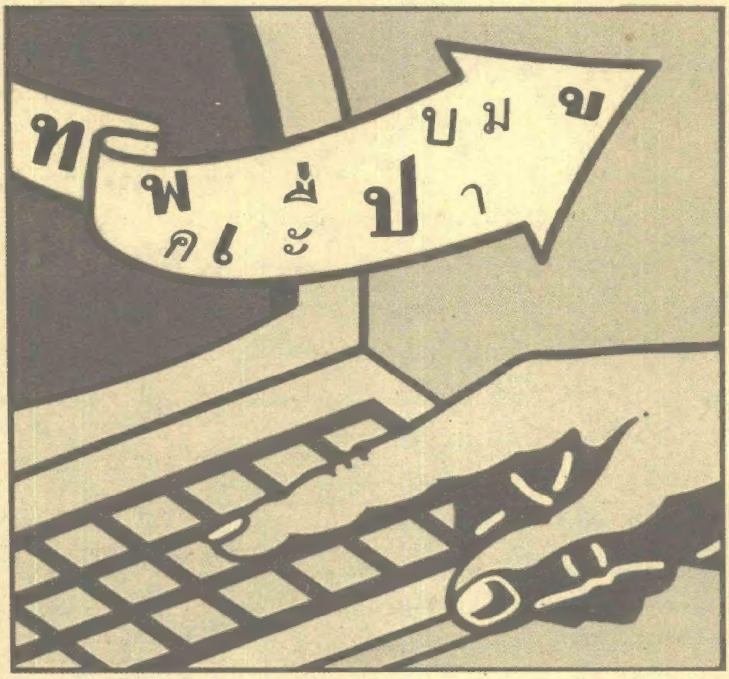
จอคอมพิวเตอร์ไทยแบบต่างๆ

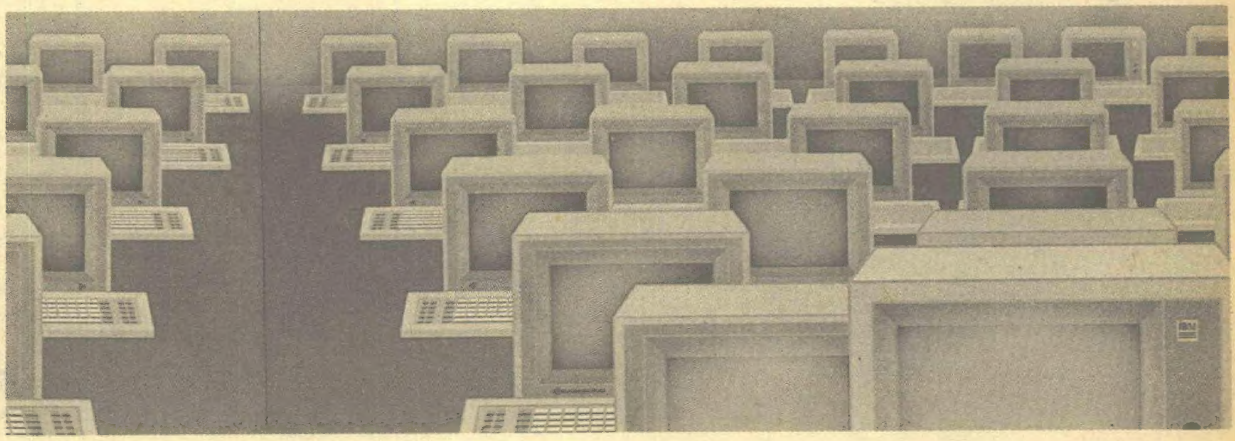
ทวีศักดิ์ กออนันตกูล

ในบทความนี้ผู้เขียนได้รวบรวมวิธีการต่าง ๆ ของการแสดงผลทางจอภาพมาเสนอแก่ท่านผู้อ่านในเชิงเปรียบเทียบ ทั้งนี้ด้วยวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการคือ (1) เพื่อรวบรวมและอธิบายวิธีการต่าง ๆ ที่เคยมีผู้ออกแบบมาแล้ว และ (2) เพื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านความสามารถ และการเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาโปรแกรมปฏิบัติงานภาษาไทยที่ประมวลผลทางจอภาพได้ด้วยความเร็วสูง หลักการทั้งหมดนี้อันที่จริงใช้ได้ทั่วไปไม่ว่าจะเป็นเครื่องแอปเปิ้ลทู จอสี จอเขียว พีเอสทู หรือเทอร์มินัลทั่ว ๆ ไป แต่ในกรณีที่มีการกล่าวถึงแอดเดรสของวิดีโอเม็มโมรีหรือวีแรม (VRAM) ให้หมายถึงกรณีของไอบีเอ็มพีซี โดยส่วนใหญ่ได้เจาะจงกับการใช้งานกับการ์ดควบคุมจอภาพประเภทเฮอร์คิวลิสคอมแพตทิเบิ้ลเท่านั้น และกล่าวถึง CRT controller (CRTC) ที่เป็นหมายเลข 6845 แต่หลักการที่เสนอจะนำไปใช้กับเครื่องตระกูลใดก็ได้โดยผู้เขียนจะพยายามอ้างอิงถึงฮาร์ดแวร์อื่นที่นิยมกันเช่น EGA, MCGA และ VGA ด้วยตามความเหมาะสม การวิเคราะห์และนำเสนอนี้จะเริ่มด้วยข้อจำกัดของจอภาพและของภาษาไทย



จอภาพสำหรับแสดงภาษาไทย

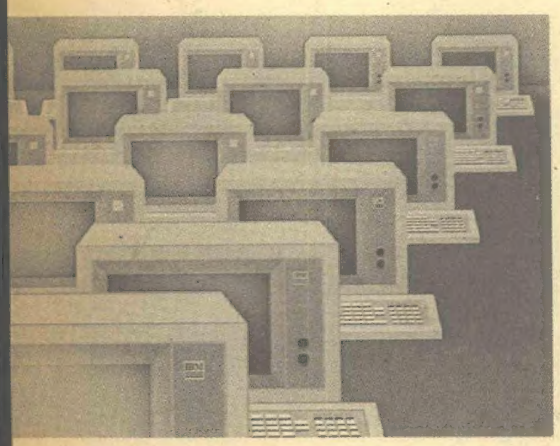
บริษัทไอบีเอ็มได้กำหนดสเปกของจอโมโนโครมสำหรับใช้คู่กับ MDA



(monochrome display adapter) ว่าต้องสแกนภาพที่ความถี่ 18 กิโลเฮิรตซ์ โดยการจัดตัวอักษรบนจอภาพเป็น 80 คอลัมน์ 25 บรรทัด แต่ละบรรทัดมี 14 สแกนไลน์ กล่าวคือ นับตั้งแต่ยอดสูงสุดของตัวอักษร H จนถึงระดับต่ำสุดของตัวอักษร g บวกกับช่องไฟระหว่างบรรทัด แล้วได้เส้นโทรทัศน์รวม 14 เส้น รวมความแล้วจอภาพระบบนี้มีจำนวนเส้นที่มองเห็นได้อยู่ 25x14 = 350 เส้นพอดี หากไปพิจารณาถึงจำนวนเส้นสแกนไลน์ที่อยู่เหนือบรรทัดแรกและอยู่ต่ำกว่าบรรทัดสุดท้ายของจอภาพและช่วงตวัดลำอิเล็กตรอนจากขอบล่างขึ้นไปยังขอบบนของจอภาพ (เรียกว่าเวอร์ติคัล รีเทรส) แล้วก็จะได้จำนวนเส้นจริง ๆ เป็น 356 เส้น (คำนวณจากคู่มือ Technical Reference manual ของ IBM/PC-XT) การสแกนภาพจะเกิดขึ้น 51.5 ภาพต่อวินาที หรือมีความถี่การสแกนทางแนวนอนเป็น 51.5x356 เฮิรตซ์ = 18.327 กิโลเฮิรตซ์

โจทย์สำหรับนักออกแบบไทยการ์ดทั้งหลายก็คือว่า มีรายละเอียดทางแนวดิ่งของจอภาพอยู่ 350 จุด(เส้น) แนวนอน 720 จุด (80 ตัวอักษร อักษรละ 9 จุด) จะนำมาแสดงภาษาไทยบนจอภาพได้มากน้อยแค่ไหน?

จากนั้นก็ต้องมาพิจารณาลักษณะของภาษาไทยว่าเขียนกันอย่างไร ซึ่งทุกคนในประเทศไทยทราบดีว่าในการเขียนตัวหนังสือไทยนั้นมีการจัดวิธีการเขียนสัญลักษณ์บางตัวเหนือกว่าและต่ำกว่าระดับบรรทัด อีกทั้งยังมีการวางวรรณยุกต์อยู่เหนือระดับบรรทัดด้วย รวมความแล้วสรุปได้ว่า ภาษาไทยที่ใช้กันทุกวันนี้มีตำแหน่งสำหรับวางสัญลักษณ์ได้ถึง 4 ระดับด้วยกันคือ ระดับบรรทัด ต่ำกว่าบรรทัด และเหนือกว่าบรรทัด ซึ่ง ณ คอลัมน์หนึ่งของภาษาไทยอาจมีสัญลักษณ์ที่ซ้อนกันได้ระหว่าง 1 ถึง 3 สัญลักษณ์ (ไม่ถึงกับเป็น 4 ระดับในเวลาเดียวกัน เพราะกรณีเช่น "อู้" นี้ย่อมเป็นไปไม่ได้ จะเป็นได้เพียง อ/อู/อู้/อี/อี้ เท่านั้น)



จำนวนเส้นสแกนไลน์สำหรับตัวอักษร

หลังจากพิจารณาถึงพื้นที่สำหรับการจัดระดับตัวอักษรไทยแล้วก็ต้องมีการคำนึงถึงความคมชัดหรือ resolution ของจอภาพในการแสดงตัวอักษร อักขระไทยในลักษณะของจุดแมทริกซ์ - หากจะพิจารณาตัวอักษรในระดับบรรทัดก่อน ก็ได้คำตอบชัดเจนว่าเพียงตัวอักษรระดับนี้เราต้องการจำนวนจุดพอ ๆ กับ

รูปที่ 1 แสดงการคำนวณหาความละเอียดทางแนวดิ่งขั้นต่ำสุดสำหรับการแสดงข้อความภาษาไทยบนจอภาพคอมพิวเตอร์แบบราสเตอร์สแกน

	จำนวนสแกนไลน์
วรรณยุกต์	2 เส้น
ช่องไฟวรรณยุกต์/สระ	1 เส้น
สระเหนือบรรทัด	2 เส้น
ตัวอักษรในระดับบรรทัด	8 เส้น
ช่องไฟระหว่างอักษรและสระต่ำกว่าบรรทัด	1 เส้น
สระต่ำกว่าบรรทัด	2 เส้น
รวม	16 เส้น

ภาษาอังกฤษ จึงจะอ่านได้ชัดเจน สำหรับจอภาพภาษาอังกฤษที่หยาบที่สุดก็มักจะเป็น 7 จุด ทางแนวดิ่ง คูณ 5 จุดทางแนวนอน (ในเซลขนาด 8 จุด x 8 จุด ซึ่งเป็นขนาดความละเอียดของจอเทอร์มินัลราคาต่ำ ไมโครคอมพิวเตอร์ แอปเปิ้ลทู และจอสีประเภท CGA หรือคัลเลอร์กราฟิกอะแดปเตอร์ใช้กับไอบีเอ็มพีซี) ส่วนขนาดแมทริกซ์อักษรภาษาอังกฤษที่ละเอียดกว่านี้ก็ได้แก่ จอของ MDA (หรือโมโนโครมดิสเพลย์อะแดปเตอร์) ซึ่งมีความละเอียด 12 จุดทางแนวดิ่ง คูณ 8 จุดทางแนวนอน (ในเซลขนาด 14 จุด x 9 จุด) นอกจากนี้จอภาพที่ใช้คู่กับการ์ด EGA ซึ่งทำงานเป็นสีก็ยึดความละเอียดขนาด 12 x 8 จุดเป็นหลัก แต่อาจจะอยู่ในเซลที่มีขนาดเพียง 14 x 8 จุด

จำนวนเส้นสแกนไลน์สำหรับข้อความภาษาไทย

เมื่อเกิดความมั่นใจเกี่ยวกับความต้องการของภาษาไทยระดับกลางบรรทัดแล้ว จากนั้นก็ต้องมาคำนึงถึงส่วนที่เป็นพื้นที่เหนือระดับบรรทัดและต่ำกว่าบรรทัดอีกว่าจะต้องใช้สแกนไลน์อีกกี่เส้น หลักการคิดก็คือว่าจะต้องแสดงภาพของตัวอักษรประเภท ี้ เหนือระดับบรรทัดให้อ่านได้ ซึ่งเกณฑ์ขั้นต่ำสุดก็คงจะต้องให้ระดับบนสุดได้สแกนไลน์ไม่น้อยกว่า 2 เส้น ช่องไฟอีก 1 เส้น และเป็นพื้นที่สำหรับสระอย่างน้อยอีก 2 เส้น รวมเป็น 5 เส้น ส่วนในระดับต่ำกว่าบรรทัด เช่น ู ก็ควรจะได้พื้นที่อย่างน้อยสูง 2 สแกนไลน์ ช่องไฟระหว่างตัวอักษรกับ ุ/ู อีก 1 เส้น รวมแล้วเป็น 3 เส้น สรุปรวบยอดก็ได้บัญชีขั้นต่ำดังรูปที่ 1

ทั้งนี้มีข้อสมมติว่านักออกแบบตัวอักษรจะต้องระวังให้มีช่องว่างระหว่าง

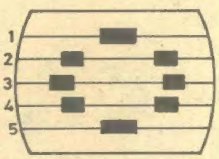
สระเหนือระดับบรรทัดและตัวอักษรระหว่างบรรทัดด้วย หากจะให้ตัวเลขรวมลงตัวเป็น 16 สแกนไลน์ก็คงจะต้องจัดให้ตัวอักษรระดับบรรทัดสูงเพียง 7 จุด หรือ 7 สแกนไลน์ ในเซลที่สูง 8 จุด นอกจากนี้จะต้องทำใจให้แข็งเอาไว้ เพราะคงจะมีปัญหาเรื่องหางของ ป ฝ ฟ ฤ ฏ ฏ ฐ ซึ่งคงจะจัดให้ลงในความสูงเพียง 8 จุดได้ยากพอสมควร (แต่ก็มีหลายคนใช้กันอยู่) หากจะจัดให้ดูได้จริง ๆ แล้ว ตัวเลข 16 นับว่าต่ำไป ควรจะเพิ่มให้เป็นอย่างน้อย 24 จุด หรือถ้าจะทำให้เข้าขั้นสวยงามก็ควรจะละเอียดไม่น้อยกว่า 28 จุดเป็นต้นไป

ปัญหาเบื้องต้นที่เกิดขึ้นก็คือ จอภาพที่มีสแกนไลน์เพียง 350 เส้น จะแสดงภาษาไทยได้กี่บรรทัด รูปที่ 2 แสดงผลการคำนวณจำนวนบรรทัดให้เราเห็นว่าถ้าต้องการภาษาไทย 25 บรรทัดที่มีคุณภาพปานกลางจำเป็นต้องใช้ระบบที่มีสแกนไลน์ไม่ต่ำกว่า 700 เส้น ซึ่งสามารถสร้างขึ้นจากการ์ดประเภท MDA หรือเฮอร์คิวลิสได้ทันที แต่จะต้องโปรแกรมตัวซีอาร์ทีคอนโทรลเลอร์ (CRTC) ให้ทำงานเป็นแบบอินเทอร์เลส ส่วนคำว่า MDA forced ในรูปที่ 2 หมายถึงการโปรแกรม CRTC ให้สแกนด้วยความถี่สูงเกินสเปกของจอภาพ ซึ่งก็พบว่ามี

รูปที่ 2 ตัวอย่างจำนวนบรรทัดของการแสดงตัวอักษรภาษาไทยบนจอภาพที่มีความละเอียดต่าง ๆ กัน ส่วนที่แรเงาหมายถึงการแสดงภาพที่ไม่ต่ำกว่า 25 บรรทัด

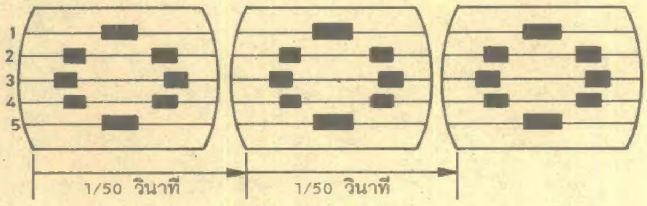
จำนวนบรรทัดในหนึ่งจอภาพ ณ. ความละเอียดทางแนวดิ่งขนาดต่างๆ				
	จำนวนเส้นในจอภาพ	ขั้นต่ำ (16 จุด)	ปานกลาง (28 จุด)	ขั้นสูง (32 จุด)
IBM CGA	200	12	7	6
IBM MDA	350	21	12	10
MDA forced	400	25	14	12
MDA interlaced	700	43	25	21
MDA forced, interlaced	800	50	28	25
PGA/MCGA/VGA	480	30	17	15

รูปที่ 3 เปรียบเทียบการสแกนภาพแบบอินเทอร์เลสและแบบไม่อินเทอร์เลส



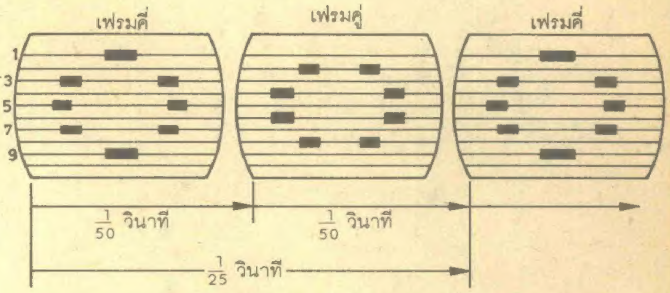
ก. สแกนภาพแบบไม่อินเทอร์เลส

ข. สแกนภาพแบบอินเทอร์เลส



ระบบแสดงภาพจะสแกนภาพที่ครบถ้วนได้ภายใน $\frac{1}{50}$ วินาที รายละเอียดทางแนวดิ่งจะเป็น

(CGA)	200 เส้น
(MDA)	348 เส้น
(EGA)	350 เส้น
(MCGA/VGA)	400-480 เส้น



ระบบแสดงภาพจะสแกนภาพที่ครบถ้วนภายในเวลา $\frac{1}{25}$ วินาที โดยแบ่งการสแกนเป็น 2 ภาพย่อย เรียกว่า เฟรมคู่กับเฟรมคี่ แต่สามารถเพิ่มรายละเอียดของภาพได้มากกว่าปกติ 2 เท่า

กล่าวคือ

(CGA)	400 เส้น
(MDA)	700 เส้น
(EGA)	700 เส้น
(MCGA/VGA)	>800 เส้น

หลายคนในเมืองไทยเคยใช้กัน วิธีนี้สามารถ "บีบคอ" ให้จอภาพเพิ่มจำนวนเส้นได้มากกว่าเดิม แต่อาจต้องปรับปุ่ม H-SYNC และ height ของจอภาพ และมีข้อเสียคือมักจะเกิดอาการภาพล้มเมื่อกลับมาใช้งานในสภาพเดิมคือเป็นแบบ 350 เส้น นอกจากนี้ยังมีโอกาสเสี่ยงกับการทำให้อายุของวงจรสแกนภาพสั้นลงกว่าปกติ (ดูรูปที่ 4)

ส่วนการโปรแกรมแบบอินเทอร์เลสนั้นหมายถึงการสั่งให้จอภาพทำงานแบบ 350 เส้นเช่นเดิม แต่ขอสลับตำแหน่งของการสแกนเหลื่อมลงมาครึ่งเส้นในทุก ๆ เฟรม ผลที่ได้ก็คือได้ความละเอียดเพิ่มขึ้น 2 เท่า แต่ความถี่ของการรีเฟรชของ (การวาดซ้ำ ๆๆๆ) ลดลงครึ่งหนึ่งจากวินาทีละ 50 เฟรมเหลือเพียง 25 เฟรม (ดูรูปที่ 3) มีโอกาสที่จะมองเห็นภาพสั่นหากใช้งานกับจอภาพซึ่งมีฟอสฟอร์แบบเลือนหายเร็ว อาทิ จอประเภท paper white เป็นต้น ข้อดีของการทำงานแบบอินเทอร์เลสอีกประการหนึ่งก็คือ การเพิ่มรายละเอียดทางแนวดิ่งนี้ไม่เพิ่มความสูงของตัวอักษรบนจอ พูดง่าย ๆ ก็คือตัวอักษรที่เคยสูง 14 สแกนไลน์ในระบบ MDA จะสูงเท่ากับตัวอักษรขนาด 28 สแกนไลน์ในระบบ MDA ที่อินเทอร์เลสพอดี

รูปที่ 4 วิธีการคำนวณความถี่การสแกนภาพของจอมอนิเตอร์ขณะทำงาน

1. ดูบนการ์ดโมโนโครมว่าใช้ควอตซ์คริสตัลความถี่เท่าใด สมมติว่าเป็น F เมกะเฮิรตซ์
2. ดูค่าของ 6845 พารามิเตอร์ต่อไปนี้
   - R0 - horizontal total
   - R4 - vertical total
   - R5 - vertical adjust
   - R9 - maximum scan line
3. หลักการคำนวณแบบไม่อินเทอร์เลส (R8 = 2) ให้คิดเลขเป็นฐานสิบทั้งหมด

   dot clock = F เมกะเฮิรตซ์

   char clock = F/9 เมกะเฮิรตซ์ (ถ้าเป็นจอสีคิด F/8)

   horizontal frequency หรือ

   $$\text{line frequency} = \frac{F \times 10^6}{9 \times R\phi} \text{ Hz (เส้นต่อวินาที)}$$

   $$\text{frame frequency} = \frac{\text{line frequency}}{(1+R9)\times R4 + R5} \text{ Hz (เฟรมต่อวินาที)}$$

   ตัวอย่าง

   ไอบีเอ็มโมโนโครมการ์ด (ซีอาร์ทีโหมด 7) ใช้ค่าต่อไปนี้

   F = 16.000 MHz

   R0 = 61 h = 97

   R4 = 19 h = 25

   R5 = 06 h = 6

   R9 = 0Dh = 13

   $$\therefore \text{line frequency} = \frac{16.000 \times 10^6}{9 \times 97} = 18{,}327 \text{ Hz}$$

   $$\therefore \text{frame frequency} = \frac{18{,}327}{(1+13)\times 25 + 6} = 51.48 \text{ Hz}$$

4. หากเป็นแบบอินเทอร์เลส (R8 = 3) ความถี่ของการสแกนเส้น (line frequency) ยังคงเดิม แต่ frame frequency จะลดลงครึ่งหนึ่งดังที่แสดงในรูปที่ 1

เทคนิคการแสดงภาษาไทยบนจอภาพตามอักขระวิธีที่ถูกต้อง

การแสดงผลเป็นภาษาไทยบนจอภาพทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีมีความยากง่ายแตกต่างกัน และมีผู้คิดค้นออกแบบไว้มากกว่า 20 ปีมาแล้ว ทุกวิธีที่กล่าวถึงในที่นี้เคยมีผู้นำมาดัดแปลงใช้กับดิสเพลย์การ์ดตระกูลไอบีเอ็มพีซีมาแล้ว ท่านผู้อ่านที่อยากค้นคว้าเพิ่มเติมสามารถอ่านได้จากบทความเรื่อง "เทคนิคพัฒนาการภาษาไทยบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์" โดย ยืน ภู่วรวรรณ (ไมโครคอมพิวเตอร์ ฉบับที่ 21 หน้า 99-106) และ "การประมวลผลภาษาธรรมชาติ - ความต้องการที่จะให้คอมพิวเตอร์เข้าใจภาษามนุษย์" (ไมโครคอมพิวเตอร์ ฉบับที่ 37 หน้า 134-151) *สำหรับในบทความนี้ผู้เขียนจะพยายามให้ข้อมูลเชิงวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างวิธีการต่าง ๆ ซึ่งยังไม่เคยมีผู้ใดเสนอมาก่อน*

วิธีการต่าง ๆ ที่จะกล่าวในที่นี้ได้แก่

1. วิธีกราฟิกล้วน กล่าวคือ ใช้จอภาพเป็นบิตแมปกราฟิก ซึ่งซีพียูสามารถกำหนดให้จุดหนึ่งจุดใดบนจอภาพสว่างหรือมืดได้ นั่นหมายความว่าหากจะเขียนข้อความจากรหัสอักขระที่กำหนดให้ตัวซีพียู (หรือ graphic controller) จะต้องมีตารางภาพตัวหนังสือ (character generator table หรือ CG table) ของรหัสอักขระทุกตัว การเขียนตัวอักษรก็จะเป็นการก็อบปี้ตารางภาพแบบบิตแมป (CG table) ลงสู่กราฟิกวีแรม โดยอาศัยรหัสอักขระเป็นตัวชี้ว่าจะนำภาพไหนมาแสดง วิธีนี้ซีพียูจะทำงานหนักมาก เพราะมีข้อมูลต้องย้ายไปมามากกว่าวิธีอื่นทั้งหมด แต่มีข้อดีก็คือสามารถเขียนตัวอักษรซ้อนกับรูปต่าง ๆ ได้ แสดงข้อความบนจอภาพได้หลาย ๆ แบบหลาย ๆ ฟอนต์ โดยแทบจะไม่มีข้อจำกัดใด ๆ หาก

มี CG table พร้อมการแสดงผลภาษาไทยลักษณะนี้จะเห็นได้จากเครื่องแอปเปิ้ลแมคอินทอช โปรแกรมสหวิริยาเวิร์ด โปรแกรมดวงจันทร์ โปรแกรมออร์คิดเวิร์ดโปรเซสเซอร์และโปรแกรมเทลบิซ/ดารา ซึ่งทุก ๆ โปรแกรมต่างก็สำแดงสรรพคุณทางกราฟิกของตนกันอย่างสุดความสามารถ โดยได้พยายามออกแบบตัวอักษรให้ได้ใกล้เคียงมาตรฐาน desktop publishing ผู้ที่สนใจเทคนิคกราฟิกกับภาษาไทย โปรดอ่านรายละเอียดจากวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท เรื่อง "การพัฒนาสร้างอักษรวิจิตรภาษาไทยสำหรับใช้กับคอมพิวเตอร์" โดย อมรรัตน์ เดชระพีพงษ์ (คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2531) วิธีการทางกราฟิกอื่นก็อาจหาอ่านได้จากวารสารไมโครคอมพิวเตอร์ ฉบับที่ 34 (มีบทความพิเศษเกี่ยวกับเดสค์ท้อปพับลิชชิ่ง)

2. วิธีการแบบเท็กซ์โหมด กล่าวคือ อาศัยวีแรมเป็นตัวเก็บรหัสตัวอักษร จากนั้นการแปลงรหัสอักษรเป็นจุดภาพถือเป็นหน้าที่ของฮาร์ดแวร์ ซึ่งประกอบด้วยซีอาร์ทีคอนโทรลเลอร์ และตัว CG-ROM ซึ่งเป็นไอซีประเภท ROM หรือ EPROM ภายในบรรจุภาพบิตแมปของตัวอักษรทุกตัวในสารบบ วิธีนี้ซีพียูทำงานเบากว่าวิธีกราฟิก เพราะงานของซีพียูมีแค่เพียงการกำหนดรหัสอักขระลงในวีแรมในตำแหน่งที่เหมาะสม เท็กซ์โหมดที่นำมาใช้ในการแสดงผลเป็นภาษาไทยมีหลายแบบ อาทิ แบบ 4 ระดับ, 3 ระดับ, 2 ระดับ, 5 ระดับ และแบบรวมแสดงเป็นระดับเดียว เป็นต้น ดังสรุปไว้ในรูปที่ 5 และในตารางเปรียบเทียบข้างล่าง (รูปที่ 6)

กติกาการออกแบบวิธีการจัดจอภาพแบบเท็กซ์โหมดเหมือนกับการประดับกำแพงด้วยแผ่นโมเสกขนาดเท่า ๆ กัน โดยที่ในแต่ละแผ่นสามารถแสดงตัวอักษรจากชุดที่กำหนดให้แผ่นละ 1 ตัว

สำหรับผู้อ่านที่สนใจเกี่ยวกับการโปรแกรม CRTC หมายเลข 6845 ในโมโนโครมการ์ด กรุณาศึกษาค่า register ต่าง ๆ ของ 6845 ได้จากรูปที่ 6 ซึ่งผู้เขียนได้ทำการทดลองมาแล้วทุกโหมด การทดลองแบบไม่อินเทอร์เลสส่วนใหญ่จะคล้าย ๆ กัน ยกเว้นแบบ 5 ระดับ ซึ่งบนจอภาพจะแสดงถึง 60 row แต่ละ row สูงเพียง 6 สแกนไลน์ ส่วนระบบ 1 ระดับนั้นผู้อ่านที่ซื้อไทยการ์ดที่แสดงระบบ 13 บรรทัดได้ (อาทิ Telbiz-4FG, Thai System/2, Dyna หรือการ์ดอื่น ๆ ที่ทำได้) ก็จะเห็นตัวอย่างการใช้งานจริง ๆ กับการ์ดเหล่านี้ได้)

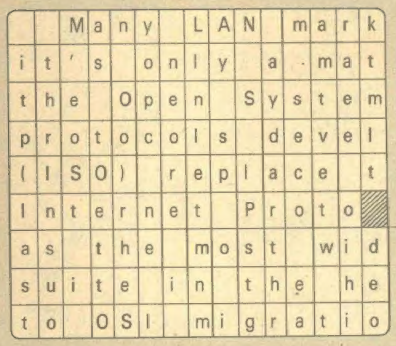
ส่วนการทดลองแบบอินเทอร์เลสนั้น แม้ไม่มีไทยการ์ดก็อาจจะทดลองได้เช่นเดียวกัน แต่ต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาแล้วทำการตีความผลที่ออกมาทางจอภาพ โมโนโครมการ์ดส่วนใหญ่เมื่อ VRAM address เกิน 2048 ตัวอักษรมักจะวกวน ดังนั้นภาพที่ปรากฏอาจจะเป็นภาพปกติแต่มีหลาย ๆ ชุด บรรดาผู้สร้างไทยการ์ดในระบบ 2 ระดับ และ 5 ระดับ (25 บรรทัด) มักจะต้องมีการต่อสายแอดเดรสเพิ่มให้ CRTC อ้างอิงหน่วยความจำได้เท่าที่ต้องการ

การกำหนดค่า register ของ 6845 CRTC ในการแสดงภาพภาษาไทยแบบต่างๆ เพื่อให้ความถี่ของจอภาพถูกต้องตาม specifications ของ IBM

รูปที่ 6

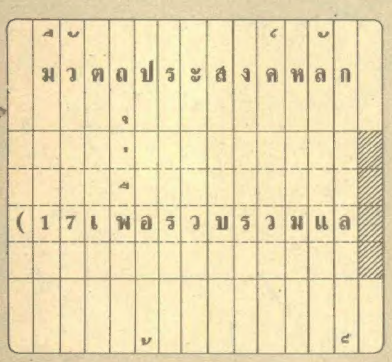
แบบไม่อินเทอร์เลส

	อังกฤษ	4 ระดับ	3 ระดับ	2 ระดับ	5 ระดับ	1 ระดับ
จำนวนบรรทัดของข้อความหน้าจอ	25	6	8	13	12	13
จำนวน row ของการแสดงผล	25	25	25	26	60	13
จำนวนสแกนไลน์ของเซลข้อความ	14	14x4	14x3	14x2	6x5	9x28
(6845 registers มีค่าเป็นเลข hexadecimal)						
R0 Horizontal total	61	61	61	61	61	61
R1 Horizontal displayed	50	50	50	50	50	50
R2 Horizontal sync.posn.	52	52	52	52	52	52
R3 Horizontal sync.width	0F	0F	0F	0F	0F	0F
R4 Vertical total	19	19	19	1A	3C	0D
R5 Vertical adjust	06	06	06	03	03	03
R6 Vertical delay	19	19	19	1A	3C	0D
R7 Vertical sync.posn	19	19	19	1A	3C	0D
R8 Interlace mode	02	02	02	02	02	02
R9 Maximum scan line	0D	0D	0D	0D	05	1B
จำนวนสแกนไลน์ต่อจอภาพ (เลขฐานสิบ)						
R4*(R9+1) + R5	356	356	356	367	363	367
line frequency (KHz) (xtal=16.000 MHz)	18.33	18.33	18.33	18.33	18.33	18.33
frame frequency (Hz)	51.48	51.48	51.48	49.94	50.48	49.94



5.1 จอภาพภาษาอังกฤษ 25 (50) บรรทัด ก่อนนำมาดัดแปลงเป็นภาษาไทย (แสดงตัวอย่างเพียง 9 บรรทัด 15 คอลัมน์)

รูปที่ 5 แสดงเทคนิคการแสดงผลทางจอภาพเป็นภาษาไทยตามอักขระวิธีในเท็กซ์โหมดแบบต่างๆที่ใช้กันในท้องตลาดปัจจุบัน ตัวเลขจำนวนบรรทัดแสดงถึงผลที่ได้จากการปฏิบัติงานกับการ์ดประเภทโมโนโครม เลขในวงเล็บคือจำนวนบรรทัดในระบบอินเทอร์เลส ตัวเลขบรรทัดอาจเพิ่มมากกว่าที่ระบุนี้ได้โดยการบีบบังคับให้ line frequency สูงกว่า 18 kHz แต่อาจมีผลต่ออายุการใช้งานของจอภาพ บริเวณที่แรเงาแสดงถึงพื้นที่แสดงข้อความภาษาไทย 1 คอลัมน์



5.2 จัดภาษาไทยแบบ 4 ระดับ แสดงได้ 6 (12) บรรทัด โดยไม่ต้องอาศัยสัญลักษณ์อื่นใดนอกเหนือจากที่ สมอ.กำหนด

แบบ 4 ระดับ (ดูรูป 5.2)

คำอธิบาย

การนำจอภาพมาตรฐานภาษาอังกฤษแบบ 80×25 มาใช้แสดงเป็นภาษาไทยแบบจัดเป็น 4 ระดับ เป็นวิธีการซึ่งดัดแปลงฮาร์ดแวร์น้อยที่สุด เพราะอาศัยการเปลี่ยนอุปกรณ์ Character generator (CG) เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เพื่อเพิ่มเติมสัญลักษณ์ภาษาไทยเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของรหัสแอสกีประเภท 8 บิต (256 รูปแบบอักษร) ในการทำงานแสดงผลตามอักขระวิธีภาษาไทยต้องอาศัยโปรแกรม "ไทยรูทีน" จัดระดับบรรทัดโดยการวางสระ/วรรณยุกต์เยื้องไปทางซ้ายมือในบรรทัด (row) ที่แล้วมา หรือ row ถัดไป (row ในที่นี้หมายถึงการนับบรรทัดแบบภาษาอังกฤษ)

จำนวนบรรทัดที่แสดงได้

ภาษาไทยแบบจัดระดับจะแสดงได้เพียง 6 บรรทัด (25/4=6.25) ในระบบไม่อินเทอร์เลส

ข้อดีหรือจุดเด่น

1. ฮาร์ดแวร์ง่ายที่สุด
2. ตัวอักษรภาษาไทยโตชัดเจนเท่าภาษาอังกฤษ
3. ขณะ edit ข้อความย้อนหลัง สามารถโปรแกรมให้เคอร์เซอร์ตามไปเกาะกับสระหรือวรรณยุกต์ที่เกี่ยวข้องได้
4. อาจจะทำให้แสดงข้อความได้มากกว่า 6 บรรทัดได้ โดยการจัดการให้วรรณยุกต์หลบเลี่ยงไม่ชนกับสระอุ/อู ไปใช้บรรทัดที่อยู่เหนือขึ้นไป
5. VRAM ของโปรแกรมของต่างประเทศที่จัดภาพเป็น 25 บรรทัด จะปรากฏเต็มจอพอดี

ข้อเสียหรือจุดอ่อน

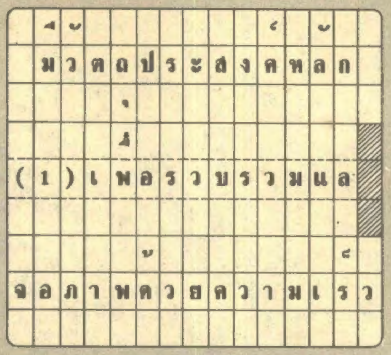
1. จอภาพแสดงข้อความได้น้อยเกินไป (เพียง 25/4 หรือ บรรทัด)
2. ช่องว่างระหว่างบรรทัดห่างกันมากเกินไปไม่สมส่วน

โครงสร้างข้อมูลของภาพภาษาไทยในแต่ละคอลัมน์

เปรียบเสมือนการใช้รหัสประเภท 4 ไบต์ต่อคอลัมน์ภาษาไทย และเสมือนการใช้สแกนไลน์ 56 เส้น (14×4) บนจอ MDA หรือ 32 เส้น บนจอ CGA

ตัวอย่างการใช้งาน

มักใช้กับคอมพิวเตอร์รุ่นเก่า เช่น จอภาพของเทอร์มินัล วิธีการแบบ 4 ระดับมักจะใช้กับระบบการพิมพ์ออกทาง line printer ของเมนเฟรมด้วย วิธีการนี้ถือได้ว่าล้าสมัยไปนานแล้ว



5.3 จัดภาษาไทยแบบ 3 ระดับ แสดงได้ 8 (16) บรรทัด แต่ต้องมีสัญลักษณ์ประสม เช่น ◻◻ ◻◻ ครบหมดทุกคู่ที่อาจจะเป็นไปได้

แบบ 3 ระดับ (ดูรูป 5.3)

คำอธิบาย

คล้ายกับแบบ 3 ระดับมาก แต่ใน CG มีภาพสำหรับสัญลักษณ์ผสมเพิ่มขึ้นมาทุกตัว เช่น ◻◻ ◻◻ ◻◻ ◻◻ ... ◻◻ เพื่อขจัดความจำเป็นที่จะต้องอาศัยพื้นที่ 1 row ในการแสดงวรรณยุกต์ที่อยู่เหนือสระ หลักการทำงานของซอฟต์แวร์จะคล้ายกับแบบ 4 ระดับ แต่โปรแกรมจะต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติมว่า หากเป็นการวางวรรณยุกต์หรือการันต์ถ้าตัวอักษรตัวสุดท้ายเป็น ◻◻ ◻◻ ◻◻ จะมีการนำสระเดิมและวรรณยุกต์ (หรือการันต์) มาผสมกันเป็นรหัสใหม่ที่เป็นรหัสผสมของ CG ซึ่งประกอบด้วยสัญลักษณ์ต่อไปนี้รวม 21 ตัว เพิ่มจากที่สมอ.กำหนด ◻◻ รวมจำนวนตัวอักษรไทยใน CG ทั้งสิ้นเป็น 88 (มอก.+21 (เพิ่มเติม) = 109 ตัว)

จำนวนบรรทัดที่แสดงได้

25/3 คือ 8 บรรทัด ในระบบไม่อินเทอร์เลส

ข้อดีหรือจุดเด่น

1. ฮาร์ดแวร์ง่ายที่สุด (เท่ากับแบบ 4 ระดับ) แต่ "ไทยรูทีน" สลับซับซ้อนขึ้นเล็กน้อย
2. ตัวอักษรไทยโตชัดเจนเท่าภาษาอังกฤษ
3. สัดส่วนและการเว้นบรรทัดดีกว่าแบบ 4 ระดับ
4. อาจลวงตาให้แสดงข้อความได้ถึงจอภาพละ 12 บรรทัด โดยการหลบเลี่ยงไม่ให้สระ/วรรณยุกต์เหนือบรรทัดไปซ้อนกับบรรทัดที่แล้ว (มักจะใช้ในการแสดงเมนูของหลายๆ โปรแกรม)
5. โปรแกรมของต่างประเทศที่จัดภาพเป็น 25 บรรทัดจะปรากฏเต็มจอพอดี

ข้อเสียหรือจุดอ่อน

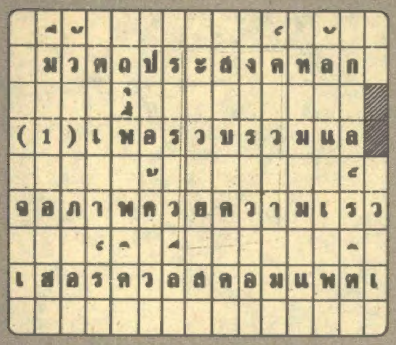
1. จอภาพแสดงข้อความได้ค่อนข้างน้อย (8 บรรทัด)
2. ช่องว่างระหว่างบรรทัดค่อนข้างมาก

โครงสร้างข้อมูลของภาพ

ภาษา ไทยในแต่ละคอลัมน์เปรียบเสมือนการใช้รหัส 3 ไบต์ต่อคอลัมน์ภาษาไทย และเสมือนการใช้สแกนไลน์ 42 เส้น(14×3) บนจอ MDA หรือ 24 เส้นบนจอ CGA

ตัวอย่างการใช้งาน

เป็นที่นิยมกันแพร่หลายทั้งเมนเฟรม มินิและไมโคร โปรแกรมที่แสดงผลเป็นภาษาไทยบนจอภาพเมนเฟรม/มินิ ก่อนถึงยุคไทย 25 บรรทัด เกือบทั้งสิ้นเป็นแบบ 3 ระดับ สำหรับโปรแกรมของไมโครที่มีชื่อเสียงในการแสดงผลแบบ 3 ระดับ ได้แก่ THAI.COM ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับแอปเปิ้ล II และพีซี โปรแกรมบัญชีของสหวิริยาฯ โปรแกรมเวิร์ดรามาเวิร์ดราชวิถี โปรแกรมขวัญใจนักพิมพ์ดีด ระบบนี้มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ระบบ 8 บรรทัด ผู้เขียนเข้าใจว่าไอบีเอ็มไทย-เวอร์กสเตชั่น (PS/2 model 30) แสดงภาพภาษาไทย 25 บรรทัดบนจอพิเศษก็อาศัยวิธีการแบบ 3 ระดับเช่นเดียวกัน ทั้งนี้โดยไม่ใช้วิธีการอินเทอร์เลส



5.4 จัดภาษาไทยแบบ 2 ระดับ แสดงได้ 13 (25) บรรทัด แต่ต้องมีสัญลักษณ์ประสมทั้ง 2 และ 3 ตัว เช่น เ-า และ เ-าะ ครบถ้วนหมดทุก combination ที่เป็นไปได้

แบบ 2 ระดับ (ดูรูป 5.4)

คำอธิบาย

อาจเรียกได้ว่าเป็นวิวัฒนาการมาจากแบบ 3 ระดับ ซึ่งนักเขียนโปรแกรมสามารถลวงตาผู้ใช้คอมพิวเตอร์ว่าแสดงข้อความได้ 12 บรรทัด โดยการยุบให้ระดับต่ำกว่าบรรทัดของบรรทัดบนเป็นแถวเดียวกับระดับเหนือบรรทัดของบรรทัดล่างได้ โดยนักเขียนโปรแกรมจะต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดข้อความที่มีทั้ง ุ ู ตรงกับสระ/วรรณยุกต์ในบรรทัดต่อไป รูปที่ 5.4 แสดงวิธีการจัดภาษาไทยแบบ 2 ระดับที่สมบูรณ์แบบ คือสามารถแสดงข้อความได้อย่างถูกต้องแม้ว่าจะมีสัญลักษณ์ ุ ("วัตถุ") ตรงกับ ี ("เพื่อ") ของบรรทัดถัดไป คือ เ-า จากตัวอย่าง ท่านผู้อ่านคงจะพอสรุปได้ว่า CG ของระบบนี้จะต้องมีตัวอักษรพิเศษเพิ่มขึ้นมาจากแบบ 3 ระดับอีก ดังต่อไปนี้คือ

สระอุ ผสมกับ (ั ็ ่ ้ ๊ ๋ ั ็ ่ ้ ๊ ๋)

รวม 26 ตัว

สระอู ผสมกับ (ั ็ ่ ้ ๊ ๋ ั ็ ่ ้ ๊ ๋ ...)

รวม 26 ตัว

พินทุ ผสมกับ (ั ็ ่ ้ ๊ ๋ ั ็ ่ ้ ๊ ๋ ...)

รวม 26 ตัว

ดังนั้นในระบบนี้จำเป็นต้องมี CG ที่มีสัญลักษณ์ตาม มอก. 88 ตัว กับสัญลักษณ์ผสมอีก 21+26+26+26=99 ตัว รวมทั้งสิ้น 187 ตัว หากนำไปคิดรวมกับตัวอักษร ASCII อีก 128 ตัว ก็จะได้ผลรวมเป็น 315 ตัว ซึ่งมากกว่า 256 ผู้ที่ใช้ระบบนี้มักจะมีทางออก 2 วิธี ได้แก่

1. การใช้รหัสอักขระ 9 บิต คือเป็น 8 บิตตามปกติ กับอีก 1 บิตจากแอตทริบิวต์ไบต์ หากบิตที่ 9 เป็น 0 ก็จะแสดงตัวอักษร ASCII + ไทย หากบิตที่ 9 เป็น 1 ก็จะเลือกสัญลักษณ์พิเศษที่ใช้เฉพาะระบบ 2 ระดับเท่านั้น

2. มี CG 2 ชุด และใช้ฮาร์ดแวร์เป็นตัวเลือกว่าจะใช้ CG ชุดที่ 1 หรือชุดที่ 2. CG ชุดที่ 1 เป็นตัวอักษรธรรมดา CG ชุดที่ 2 เป็นสัญลักษณ์พิเศษ ฮาร์ดแวร์จะนับสแกนไลน์ เพื่อเลือก row ระดับกลางบรรทัด (ใช้ CG ชุดที่ 1) และเลือก row ระดับใต้บรรทัด (ใช้ CG ชุดที่ 2) ทั้งนี้โดยไม่ต้องอาศัยบิตที่ 9 จากแอตทริบิวต์ไบต์

จำนวนบรรทัดที่แสดงได้

25/2=12 บรรทัด หรือ 26/2=13 บรรทัดในระบบไม่อินเทอร์เลส หรือ 25 บรรทัดในระบบอินเทอร์เลส

ข้อดีหรือจุดเด่น

1. หากใช้วิธีที่ 1 สามารถสร้างได้โดยการเพิ่ม CG เป็น 2 ชุด และใช้สัญญาณแอตทริบิวต์มาเป็นตัวเลือกชุดของ CG เรียกได้ว่าเป็นวิธีการที่ลงทุนน้อยแต่ได้ผล วิธีการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ EGA หรือ VGA ซึ่งมีตัวอักษรแบบโปรแกรมได้ (programmable character generator) ถึง 256 ตัวอักษรได้ทันทีโดยไม่ต้องดัดแปลงฮาร์ดแวร์
2. ช่องว่างระหว่างบรรทัดมีสัดส่วนค่อนข้างดี
3. แสดงข้อความภาษาไทยได้มาก และสามารถแสดงข้อความภาษาอังกฤษด้วยจำนวนบรรทัดมากกว่าภาษาไทย 2 เท่าบนจอภาพเดียวกันได้

ข้อเสียหรือจุดอ่อน

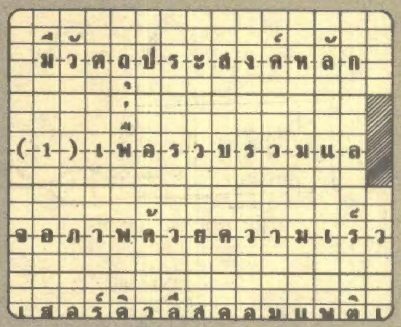
1. ในการทำแถบแสงสว่าง reversed video หรือแถบ intensity จะครอบคลุมเฉพาะบริเวณตัวอักษรระดับบรรทัดและสระ/วรรณยุกต์เหนือบรรทัดเท่านั้น หากตรงกับสระอุ, อู ของบรรทัดข้างบน การแสดง reversed video หรือ intensity ก็จะล้ำไปถึงสระอุ/อู ของบรรทัดบนด้วย
2. หากใช้ระบบอินเทอร์เลสแสดงเป็นภาษาไทย 25 บรรทัด จะทำให้โปรแกรมของต่างประเทศแสดงผลเพียงครึ่งบนของจอภาพเท่านั้น
3. "ไทยรูทีน" ค่อนข้างสลับซับซ้อนทั้งทางด้านการเขียนจอภาพและการ back space ตัวอักษร

โครงสร้างข้อมูลของภาพ

ภาษาไทยในแต่ละคอลัมน์เปรียบเสมือนการใช้รหัส 2 ไบต์ ต่อคอลัมน์ภาษาไทยที่แปลกประหลาดพอสมควร คือมีไบต์ปกติซึ่งเป็น ASCII-ไทยอยู่กลางบรรทัด และไบต์พิเศษซึ่งมีรหัสเป็นของตัวเองสำหรับแสดงสระ/วรรณยุกต์เหนือบรรทัด ไบต์พิเศษยังใช้เก็บสระใต้บรรทัดของบรรทัดที่แล้วมา หากบรรทัดปัจจุบันมีสระใต้บรรทัดก็จะต้องไปเก็บไว้กับไบต์พิเศษของบรรทัดต่อไป

ตัวอย่างการใช้งาน

เหมาะสำหรับระบบแสดงภาพที่มี CG ได้มากกว่า 256 ตัว เช่น EGA หรือ VGA หรือ Hercules plus/Hercules InColor ซึ่งผู้ออกแบบระบบภาษาไทยสามารถกำหนดฟอนต์ไว้ 2 ฟอนต์ และใช้ไทยรูทีนจัดข้อความบนจอภาพได้ตามอักขระวิธี ระบบภาษาไทยของบริษัท DOS86 ใช้วิธีการนี้ สำหรับผู้เขียนเองก็ใช้วิธีการนี้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ NEC N5200/05 ของระบบข่าวสารการพัฒนาชนบทแห่งชาติมาตั้งแต่ปี 2527 ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ



5.5 จัดภาษาไทยแบบ 5 ระดับ โดยทำงานคล้ายกับแบบ 4 ระดับ แต่ปรับให้ขนาดความสูงน้อยกว่าปกติ และแบ่งตัวอักษรระดับบรรทัดให้ใช้พื้นที่เป็น 2 เท่าของสระและวรรณยุกต์ หากจัดให้แต่ละระดับใช้ 6 สแกนไลน์ จะแสดงภาพได้ทั้งหมด 11 (23) บรรทัด ถ้าลดเหลือระดับละ 5 สแกนไลน์ จะแสดงภาพได้ 14 (28) บรรทัดบนจอไมโนโครม 350 (700 เส้น) ระบบนี้จะมีสัญลักษณ์ประเภทสูงครึ่งตัว เช่น ◻ ◻ แต่ไม่มีตัวประสม

แบบ 5 ระดับ (รูปที่ 5.5)

คำอธิบาย

ลักษณะการทำงานเหมือนแบบ 4 ระดับ แต่มีการลดระดับความสูงของ "ไมเลก" ลงครึ่งหนึ่งหรือเท่าครึ่ง นั่นคือแต่ละ row ของเซลการแสดงภาพอาจจะเหลือเพียง 6 สแกนไลน์ ซึ่งนับว่าเพียงพอสำหรับการแสดงสระ/วรรณยุกต์เหนือบรรทัดและต่ำกว่าบรรทัด แต่ไม่เพียงพอสำหรับการแสดงตัวอักษรในระดับกลางบรรทัด ดังนั้นจึงมีการกำหนดเป็น 5 ระดับ โดยให้พื้นที่การแสดงข้อความเป็นสองระดับ ดังแสดงในรูปที่ 5.5 เพราะฉะนั้นจำนวนเส้นที่จะต้องใช้ในระบบนี้จะเป็น 5×6 = 30 เส้นต่อบรรทัด ภาษาไทยหนึ่งบรรทัด ซึ่งมากกว่าแบบ 2 ระดับ แต่ใช้ 2×14 = 28 เส้น หากทำงานเป็นจอภาพภาษาไทย 25 บรรทัดจำเป็นต้องใช้จำนวนสแกนไลน์ถึง 30×25 = 750 เส้นต่อจอภาพ หากนำไปใช้งานจริงๆ (ดูรูปที่ 7) ก็จะต้องรวม Vsync อีก 4 สแกนไลน์ด้วย ผลก็คือเป็น 754 เส้นและความถี่ของภาพ (frame frequency) จะลดลงจาก 26 Hz หรือ 24 Hz กับความสูงของภาพที่แสดงอาจจะล้นจอ ต้องจดความสูง (H size หรือ Height) ที่จอภาพจึงจะพอดี การแสดงภาพแบบ 5 ระดับ ต้องใช้ CG ที่มีขนาด 6 เส้น×8 จุด สำหรับภาพแต่ละระดับ ดังนั้นตัวอักษร ญ จึงต้องมี 2 ส่วนคือ ◻ กับ ◻ ส่วนสัญลักษณ์ผสมที่ต้องใช้งานกับระบบ 3 หรือ 2 ระดับไม่มีในระบบนี้

จำนวนบรรทัดที่แสดงได้

ในระบบไม่อินเทอร์เลส 350/30 = 11.67 บรรทัด หากเพิ่มสแกนไลน์เป็น 363 เส้นก็จะทำงานได้ 12 บรรทัด ในระบบอินเทอร์เลสต้องเพิ่มสแกนไลน์เป็น 754 เส้น จึงจะแสดงได้ 25 บรรทัด หากลดความละเอียดของเซลภาพเหลือเพียง 4 เส้น×5 ระดับ = 20 เส้น และเพิ่มสแกนไลน์เป็น 504 เส้นก็สามารถทำงานเป็นระบบภาษาไทย 25 บรรทัดกับดิสเพลย์อะแดปเตอร์แบบ MCGA หรือ VGA ของไอบีเอ็ม PS/2 ทันทีเช่นกัน

ข้อดีหรือจุดเด่น

1. หากทำงานกับการ์ดที่มี programmable CG สามารถแสดงข้อความภาษาไทยได้ทันทีโดยไม่ต้องดัดแปลงฮาร์ดแวร์ใดๆทั้งสิ้น (หากใช้ไมโนโครมการ์ดจะต้องมีการแก้ไขวงจร CRTC ให้มีความสามารถอ้างอิง VRAM ได้มากกว่าเดิมอย่างน้อย 5 เท่า และเพิ่ม CG ให้มีสัญลักษณ์ที่ฟิตพอดีกับเซลตัวอักษรขนาดเล็กในย่าน 6 เส้น×8 จุด สำหรับตัวอักษรที่อยู่กลางบรรทัดจะต้องแยกเป็น 2 ส่วน คือครึ่งบนและครึ่งล่าง)
2. สัดส่วนของตัวอักษรและช่องไฟระหว่างบรรทัดดีกว่าแบบ 4/3/2 ระดับ

ข้อเสียหรือจุดอ่อน

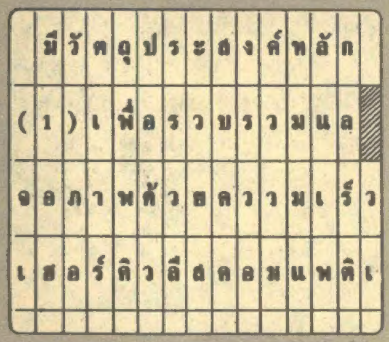
1. หากใช้ระบบอินเทอร์เลส (25 บรรทัด) กับโปรแกรมต่างประเทศที่ไม่ได้แก้ไข จะปรากฏผลเพียง 5 บรรทัดแรกเท่านั้น โดยจะถูกขอยเป็นแถบเล็กๆ 25 แถบอ่านไม่ออก ทั้งนี้เพราะ VRAM ทั้งหมดที่เห็นบนจอภาพเป็น 125 บรรทัด (ดูรูปที่ 8)
2. เปลือง VRAM มาก จอไอบีเอ็มพีซี 25×80 ปกติรวมแอตทริบิวต์จะใช้เนื้อที่ความจำจอภาพละ 2,000×2×5 = 20,000 ไบต์ ไม่เหมาะสำหรับการเขียนโปรแกรมประเภทวินโดว์ซ้อนวินโดว์ ซึ่งต้องเก็บภาพที่ถูกซ้อนทับไว้ตลอดเวลา
3. ทำงานช้ากว่าวิธีอื่น (แต่เร็วกว่าแบบกราฟิก) เพราะมี VRAM ที่จะต้องเขียน/อ่านค่อนข้างมาก

โครงสร้างข้อมูลของภาพภาษาไทยในแต่ละคอลัมน์

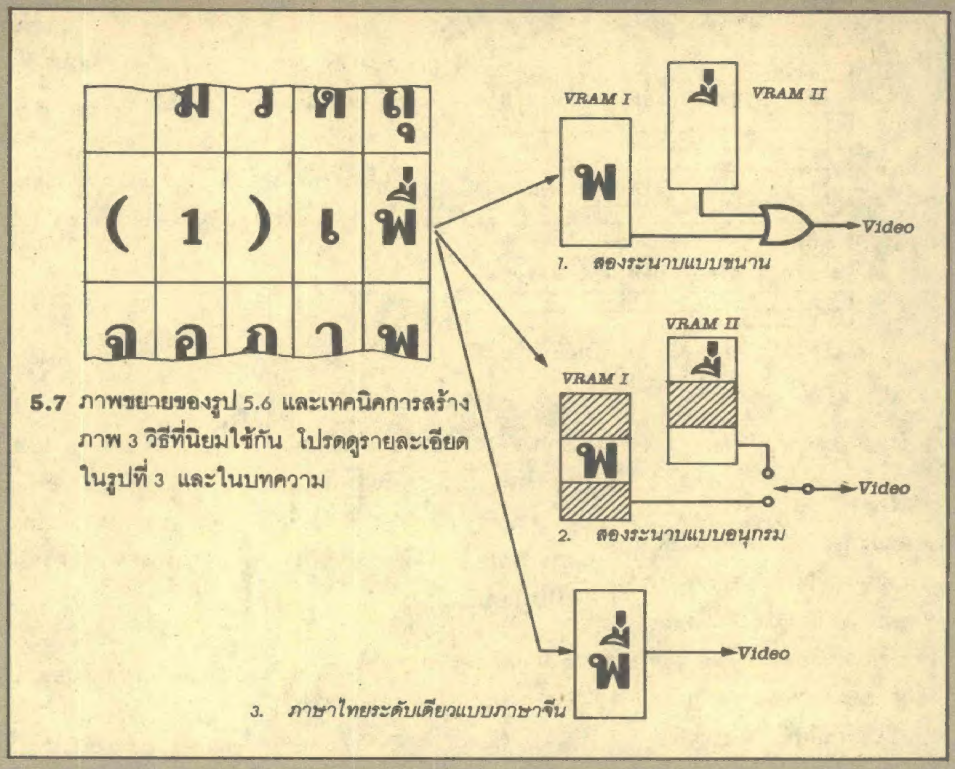
เปรียบเสมือนการใช้รหัส 5 ไบต์ (หรือ 4 ไบต์) เพื่อบรรยายภาพคล้ายกับระบบ 4 ระดับ

ตัวอย่างการใช้งาน

ใช้ในจอภาพเทอร์มินัลภาษาไทยเครื่องแรกของโลกซึ่งคุณประทีป อมรวิทยกิจเวชาสร้างขึ้น และได้รับรางวัลการออกแบบที่งาน NCC (National Computer Conference) ที่สหรัฐเมื่อประมาณปี 2525 จากนั้นก็ประสบความสำเร็จอีกครั้งในการแสดงภาพ 25 บรรทัดบนเครื่องไอบีเอ็มพีซี (ออฟพีซเวิร์ดโปรเซสเซอร์/บริษัทเอสซีทีคอมพิวเตอร์จำกัด) ปัจจุบันระบบนี้จัดได้ว่าเป็นมาตรฐานของบริษัทสหวิริยาโอเอกรุ๊ป ทั้งในการแสดงผลบนพีซีโดยใช้การ์ด TGA II, TGA III และ TGA IV และบนเครื่องไอบีเอ็มพีเอสทูทุกรุ่น เป็นที่น่าสังเกตว่าคุณประทีปเองที่เป็นคนคิดวิธีนี้ขึ้นมาปัจจุบันหันไปเลือกใช้วิธี 2 ระดับไม่อินเทอร์เลสโดยบังคับให้จอไมโนโครมสแกน 400 เส้นต่อเฟรม (เกินสเปกของจอ) เพื่อภาพที่นิ่งสนิท ผู้เขียนเข้าใจว่าไอบีเอ็ม ดีลเลอร์ส่วนใหญ่จะอาศัยวิธีการนี้ในการแสดงผลภาษาไทยกับเครื่อง PS/2 ทุกรุ่น ยกเว้นกรณีที่ใช้จอไทยเวอร์กสเตชัน



5.6 จัดภาษาไทยแบบรวมแสดงในเซลเดียวกัน อาจเรียกได้ว่าเป็นการแสดงแบบระดับเดียว หรือแบบสองระนาบก็ได้



5.7 ภาพขยายของรูป 5.6 และเทคนิคการสร้างภาพ 3 วิธีที่นิยมใช้กัน โปรดดูรายละเอียดในรูปที่ 3 และในบทความ

แบบ 1 ระดับ
(รูปที่ 5.6 และ 5.7)

คำอธิบาย

การแสดงภาพแบบ 1 ระดับหมายถึงการกำหนดให้ CRTC ทำงานแบบ 25 row จริงๆ แต่อาศัยฮาร์ดแวร์อื่นช่วยในการสร้างภาพภาษาไทยที่สมบูรณ์ทั้งคอลัมน์ลงในเซลตัวอักษรที่กำหนดให้ เช่น 28 เส้น×8 จุด หลักการทำงานของระบบ 1 ระดับจะเข้าใจง่ายที่สุด เพราะมีโครงสร้างทางความคิดคล้ายกับภาษาอังกฤษ คือ เซลอังกฤษบนจอภาพ 1 เซล แสดงข้อความ 1 คอลัมน์ โดยมีเงื่อนไขดังนี้

- ภาษาอังกฤษ 1 คอลัมน์ คือ 1 สัญลักษณ์
- ภาษาไทย 1 คอลัมน์ คือ 1 หรือ 2 หรือ 3 สัญลักษณ์ผสมกัน

ในการจัด VRAM ผู้สร้างระบบ 1 ระดับทุกรายจะเลือกกำหนดให้โครงสร้างข้อมูลของเซลอักษรเป็นรหัสแบบ 2 ไบต์ตามคำอธิบายที่ปรากฏในรูปที่ 5.7 และรูปที่ 9 ถึงรูปที่ 12 เนื่องจากการแสดงภาพแบบ 1 ระดับ มีจุดน่าสนใจหลายประการ ผู้เขียนจึงอธิบายเกี่ยวกับระบบนี้ไว้เป็นพิเศษในบทความ

จำนวนบรรทัดที่แสดงได้

12-13 บรรทัดแบบไม่อินเทอร์เลส หรือ 25 บรรทัดแบบอินเทอร์เลส

ข้อดีหรือจุดเด่น

1. สามารถจัดสัดส่วนของสัญลักษณ์ต่างๆ ได้สวยงาม
2. VRAM เป็นรหัส 2 ไบต์ แต่ละไบต์ได้มาจาก access หน่วยความจำ 2 เซตที่แยกกัน เซตแรกจะมีแอดเดรสตรงกับระบบแสดงภาพภาษาอังกฤษพร้อมแอตทริบิวต์ เซตที่ 2 เป็นเซตที่จัดสร้างขึ้นเพิ่มเติม ซึ่งมักจะเป็นบริเวณ VRAM ที่ไม่ใช้งานในยามปกติ (ใช้เฉพาะในกราฟิกโหมด) ดังนั้นระบบนี้จึงสามารถเล่นกับโปรแกรมภาษาอังกฤษที่เขียนลงบน VRAM โดยตรงได้โดยไม่ต้องแก้ไขซอฟต์แวร์
3. "ไทยรูทีน" ทำงานค่อนข้างเร็ว เพราะการจัดภาพตามอักขระวิธีเขียนค่าลงใน VRAM เพียง 2 ตำแหน่งเท่านั้น
4. เปลือง VRAM น้อย (25×80 กินเนื้อที่เพียง 8 KByte) จึงเหมาะสำหรับการเขียนโปรแกรมแบบวินโดว์ซ้อนวินโดว์

ข้อเสียหรือจุดอ่อน

1. ต้องดัดแปลงฮาร์ดแวร์จึงจะทำงานได้ ทั้งนี้ยกเว้นกรณีของการ์ด HerculesInColor ที่สามารถแสดงได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ล้วนในโหมด RAM-font แต่น่าเสียดายโหมดนี้ใช้แอตทริบิวต์ไม่ตรงกับมาตรฐานไอบีเอ็ม)
2. หากต้องการตัวอักษรภาษาอังกฤษสูงเต็มขนาดอาจทำได้โดยการเพิ่มขนาดของ CG ให้ครอบคลุมทุกสแกนไลน์ (เช่น 28×8 จุด)

โครงสร้างข้อมูลของภาพภาษาไทยในแต่ละคอลัมน์

เปรียบเสมือนการใช้รหัส 2 ไบต์ ซึ่งไบต์แรกแสดงรหัสแอสกีของสัญลักษณ์กลางบรรทัด ไบต์ที่สองแสดงรหัสของสระ/วรรณยุกต์ที่อยู่เหนือ/ใต้บรรทัดนั้น ณ คอลัมน์นั้น

ตัวอย่างการใช้งาน

แบบภาษาจีน (ดูรูปที่ 9.10) เข้าใจว่าใช้ในการ์ด 25 บรรทัดของสหวิริยาอินฟอร์เท็คคอมพิวเตอร์ออกแบบร่วมกับบริษัทมัลติเท็ค (ไต้หวัน) บัดนี้เลิกใช้แล้ว แบบ 2 ระนาบขนาน (ดูรูปที่ 11) พบในการ์ดของห้างเทพนครพาณิชย์ แบบ 2 ระนาบอนุกรม (ดูรูปที่ 12) มีใช้ในไทยการ์ดอีกหลายๆ รุ่น เช่น TSX, PowerPack, ศรีตรัง I ถึง IV, เทลบิช 4FG, TS/2, IRC, Micro Wiz, Dyna

รูปที่ 7 แสดงวิธีการกำหนดค่าของ CRTC พารามิเตอร์ในระบบต่างๆ

แบบอินเทอร์เลส

	อังกฤษ	4 ระดับ	3 ระดับ	2 ระดับ	5 ระดับ	1 ระดับ
จำนวนบรรทัดของข้อความหน้าจอ	50	12	16	25	25	25
จำนวน row ของการแสดงผล	50	50	50	50	125	25
จำนวนสแกนไลน์ของเซลล์ข้อความ	14	14x4	14x3	14x2	6x5	9x2*
(6845 registers มีค่าเป็นเลข hexadecimal)						
R0 Horizontal total	61	61	61	61	61	61
R1 Horizontal displayed	50	50	50	50	50	50
R2 Horizontal sync.posn.	52	52	52	52	52	52
R3 Horizontal sync.width	0F	0F	0F	0F	0F	0F
R4 Vertical total	32	32	32	32	FD	19
R5 Vertical adjust	04	04	04	04	04	04
R6 Vertical delay	19	19	19	1A	FD	0D
R7 Vertical sync.posn	19	19	19	1A	FD	0D
R8 Interlace mode	03	03	03	03	03	03
R9 Maximum scan line	0D	0D	0D	0D	05	1B
จำนวนสแกนไลน์ต่อจอภาพ (เลขฐานสิบ)						
R4*(R9+1) + R5	784	784	784	784	754*	784
line frequency (KHz) (xtal=16.000 MHz)	18.33	18.33	18.33	18.33	18.33	18.33
net frame frequency (Hz)	26.03	26.03	26.03	26.03	24.31	26.03

* การแสกน 754 เส้นอาจทำให้ภาพมีความสูงเกินหลอดภาพและจำเป็นต้องปรับ H-size เล็กน้อย

เทคนิคการแสดงภาพแบบ 1 ระดับ

ความพยายามในการออกแบบฮาร์ดแวร์เพื่อแสดงผลเป็นภาษาไทยที่สมบูรณ์ และเพื่อรักษา data compatibility กับระบบภาษาอังกฤษขั้นสูงสุด น่าจะเห็นได้จากการศึกษาระบบแสดงภาพแบบ 1 ระดับ แม้ว่าการแสดงภาพ 1 ระดับ มีข้อเสียคือ จะต้องเป็นฮาร์ดแวร์สำหรับประเทศไทยโดยเฉพาะ ไม่สามารถนำฮาร์ดแวร์ปกติมาทำงานแบบ 1 ระดับได้ทันทีโดยไม่ต้องแก้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ แต่ในทางกลับกันข้อมูลบนจอภาพแบบภาษาอังกฤษจะคอมแพตทิเบิ้ลกับข้อความภาษาไทยกันได้ดีที่สุด เพราะจะตรงกับบรรทัดต่อบรรทัด และคอลัมน์ต่อคอลัมน์

เคล็ดลับของระบบภาษาไทยแบบ 1 ระดับก็คือ การแอบแฝงใช้รหัสแบบ 2 ไบต์ เพื่อบรรยายภาพภาษาไทย 1 คอลัมน์ ซึ่งอาจจะมีสัญลักษณ์เพียงตัวเดียว เช่น จ หรือ 2 ตัว เช่น จู่ หรือ จุ หรือ 3 ตัว เช่น จู้ หรือ จุ่ ลักษณะการออกแบบรหัสแบบ 2 ไบต์ของแต่ละคนมักจะยึดถือพื้นฐานอันเดียวกัน คือ

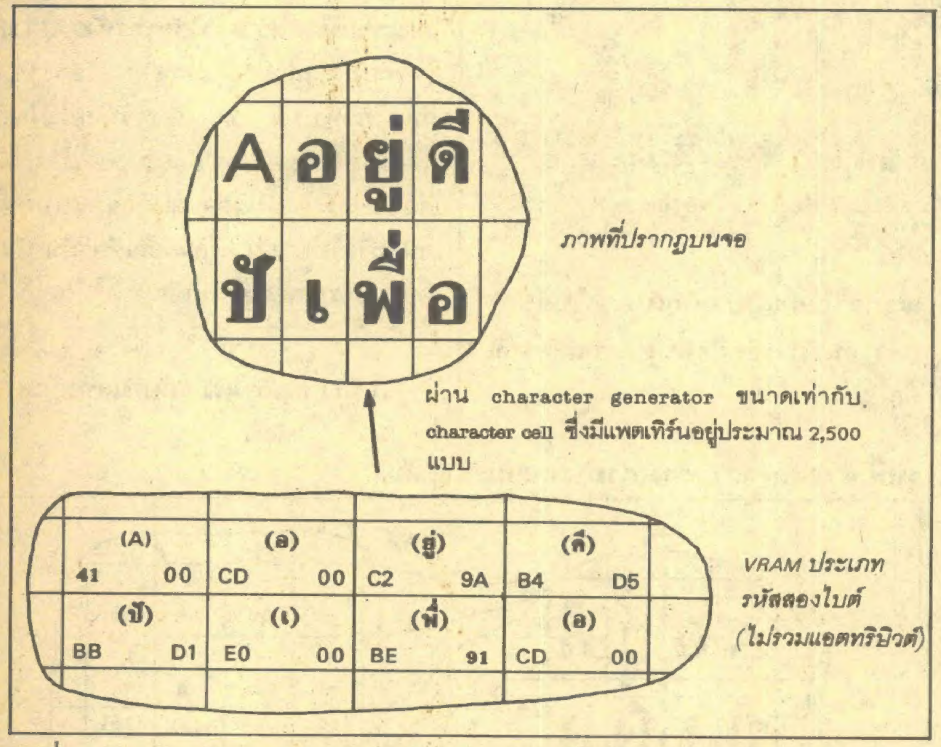
ไบต์ที่ 1 - ใช้บรรยายตัวอักษรใด ๆ (เช่น อักษรอังกฤษ/ไทย/ตัวเลข ฯลฯ) ที่แสดงในแนวกลางบรรทัด บางครั้งเรียกกันว่า M-byte (mid plane)

ไบต์ที่ 2 - ใช้บรรยายสัญลักษณ์ใด ๆ ที่ปรากฏเหนือกว่าหรือต่ำกว่าระดับบรรทัดเช่น ◌ ◌ ◌ หรือ ◌ เป็นต้น บางครั้งเรียกกันว่า HL-byte (hi-lo plane)

สำหรับไบต์แรกนักออกแบบทุก ๆ ท่านเห็นพ้องกันว่าควรใช้ตามรหัส ASCII (+ไทย) และมีแอดเดรสตรงกับระบบแสดงภาพปกติ เช่น สำหรับจอโมโนโครมก็เริ่มที่แอดเดรส B000:0 เป็นต้น ส่วนไบต์ที่ 2 นั้นแต่ละคนก็ออกแบบกันคนละวิธีไม่ซ้ำกัน เพื่อผลอันเดียวกัน นั่นคือสามารถแสดงภาพที่มีหน้าตาเป็น ◌ ◌ ◌ ◌ ◌ ◌ ◌ ... ◌ ◌ ◌ ◌ ◌ ◌ ◌

ปกติ

ในการแสดงภาพแบบ 1 ระดับอย่างสมบูรณ์แบบ ผู้เขียนพบว่ามีผู้คิดทำขึ้น 3 วิธี (ดูรูปที่ 5.7) คือ แบบภาษาจีน (ดูรูปที่ 9 และรูปที่ 10) คือใช้ CG-ROM ที่บรรจุภาพสัญลักษณ์ทุกตัวที่เป็นไปได้ในภาษาไทยไว้ในไอซี หากลองคำนวณดูแล้วจะพบว่าจะต้องใช้ pattern ไม่ต่ำกว่า 2500 แบบ แบบที่สองเรียกว่าแบบ 2 ระนาบขนาน(ดูรูปที่ 11) กล่าวคือมี VRAM 2 ชุด และ CG 2 ชุด ทำงานขนานกัน ชุดแรกทำงานแสดงภาพของข้อมูลไบต์ที่ 1 ชุดที่สองทำงานกับข้อมูลไบต์ที่ 2 แล้วนำภาพ 2 ภาพมา OR กัน ก็จะมีผลลัพธ์ออกมาไม่ต่างไปจากระบบภาษาจีนซึ่งเปลือง CGROM มากกว่ามาก ส่วนวิธีที่สามเรียกว่า แบบ 2 ระนาบอนุกรม (ดูรูปที่ 12) ซึ่งเป็นวิธีการที่คล้ายกับแบบ 2 ระนาบขนาน แต่ประหยัด VRAM และ CGROM เหลือเพียงชุดเดียว ทั้งนี้โดยอาศัยวงจรนับเส้นสแกนไลน์ ช่วยทำหน้าที่เปลี่ยนแอดเดรสของ VRAM และ (อาจจะ)เปลี่ยนชุด CGROM ได้ โดยไม่ต้องใช้ VRAM/CGROM ถึง 2 ชุด ในรูปที่ 12 แสดงคำว่า ยู่ ซึ่งอาศัยการสแกนภาพจาก VRAM ชุดที่สองในช่วงสแกนไลน์ เส้นที่ 1-8 (แสดงไม้เอก) และใช้ VRAM ชุดที่หนึ่งในช่วงสแกนไลน์ เส้นที่ 9 ถึง 24 สำหรับเส้นที่ 25 ถึง 28 กลับไปใช้ VRAM ชุดที่สองอีกครั้งหนึ่ง (สระอู) สำหรับค่าของ VRAM ในชุดที่สองจะตรงกับสัญลักษณ์ ู่ ในตารางรหัสที่กำหนดขึ้น



รูปที่ 9 แสดงกลไกของการแสดงภาพแบบระดับเดียวโดยอาศัย 2-byte code คล้ายกับภาษาจีน

เน้นที่ระบบ 2 ระนาบ

ไม่เป็นที่น่าแปลกใจเลยหากบรรดาผู้ผลิตไทยการ์ดตระกูลโมโนโครม/เฮอร์คิวลิสส่วนใหญ่หันมาใช้ระบบ 2 ระนาบ รวมทั้งระบบภาษาไทยที่ผู้เขียนใช้งานอยู่เป็นประจำ สำหรับท่านผู้อ่านที่ใช้การ์ดที่มีสถาปัตยกรรมแบบ 2 ระนาบเช่นเดียวกับที่ผู้เขียนใช้งานอยู่ไม่ว่าจะเป็นการ์ดใดท่านสามารถศึกษาการทำงานอย่างกว้าง ๆ ได้จากรูปที่ 5.6, 5.7, 10, 11, 12

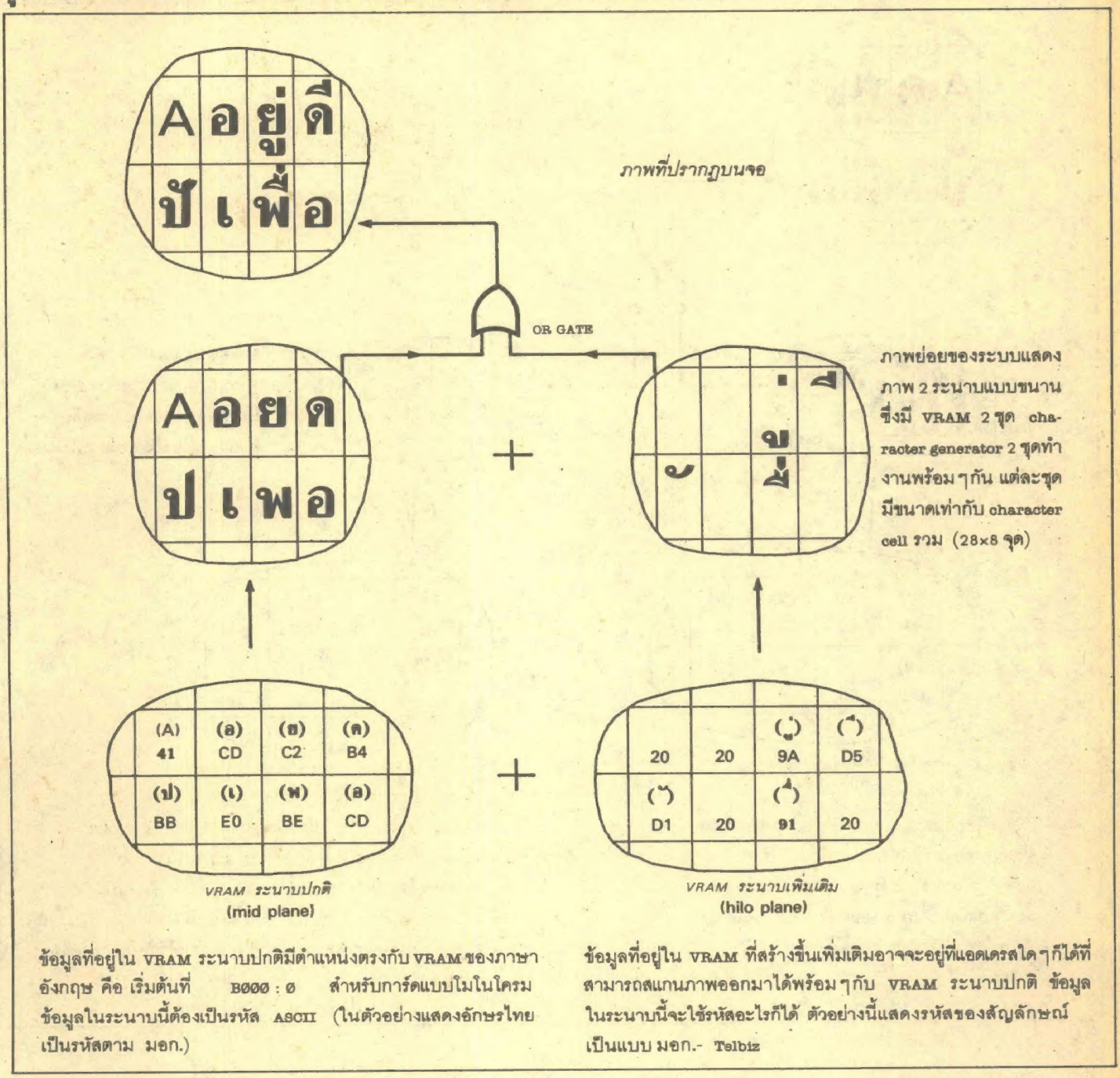
อนาคตของการ์ดโมโนโครม

เป็นที่น่าสังเกตว่าราคาของดิสเพลย์การ์ดประเภท EGA หรือเหนือกว่านี้ พร้อมจอภาพแบบ Enhanced หรือ Multisync ลดลงทุกวัน ๆ สักวันหนึ่งราคาก็คงจะลดต่ำลงมาพอที่จะทำให้ผู้คนเลิกนิยมไทยการ์ดแบบโมโนโครมกันหมด ดังนั้นผู้เขียนจึงออกจะเห็นด้วยว่า ในระยะยาวแล้วจอเขียวโมโนโครมและ "ไทยการ์ด" ทั้งหลายก็คงจะหมดสิ้นไป

IBM line graphic ..... 128 ตัว
สัญลักษณ์โดดๆ ไทย/อังกฤษ ..... 256 ตัว
Permutation ของ
อักษรไทยโดดๆ (ก....ฮ) ..... 46 ตัว
กับ สระ/วรรณยุกต์/ตัวผสม 46 แบบ
(ได้แก่ [illegible])
= 46×46 ..... 2,116 ตัว
รวมทั้งสิ้น ..... 2,500 ตัว

รูปที่ 10 แสดงวิธีการนับจำนวนแพตเทิร์นใน CG ROM ระบบภาษาจีน หากนำมาใช้งานในระบบแสดงภาพระดับเดียวโดยใช้ 2-byte code

รูปที่ 11 แสดงกลไกการทำงานของระบบแสดงภาพด้วยวิธีการ 2 ระนาบขนาน



ข้อมูลที่อยู่ใน VRAM ระนาบปกติมีตำแหน่งตรงกับ VRAM ของภาษาอังกฤษ คือ เริ่มต้นที่ B000 : 0 สำหรับการ์ดแบบโมโนโครม ข้อมูลในระนาบนี้ต้องเป็นรหัส ASCII (ในตัวอย่างแสดงอักษรไทยเป็นรหัสตาม มอก.)

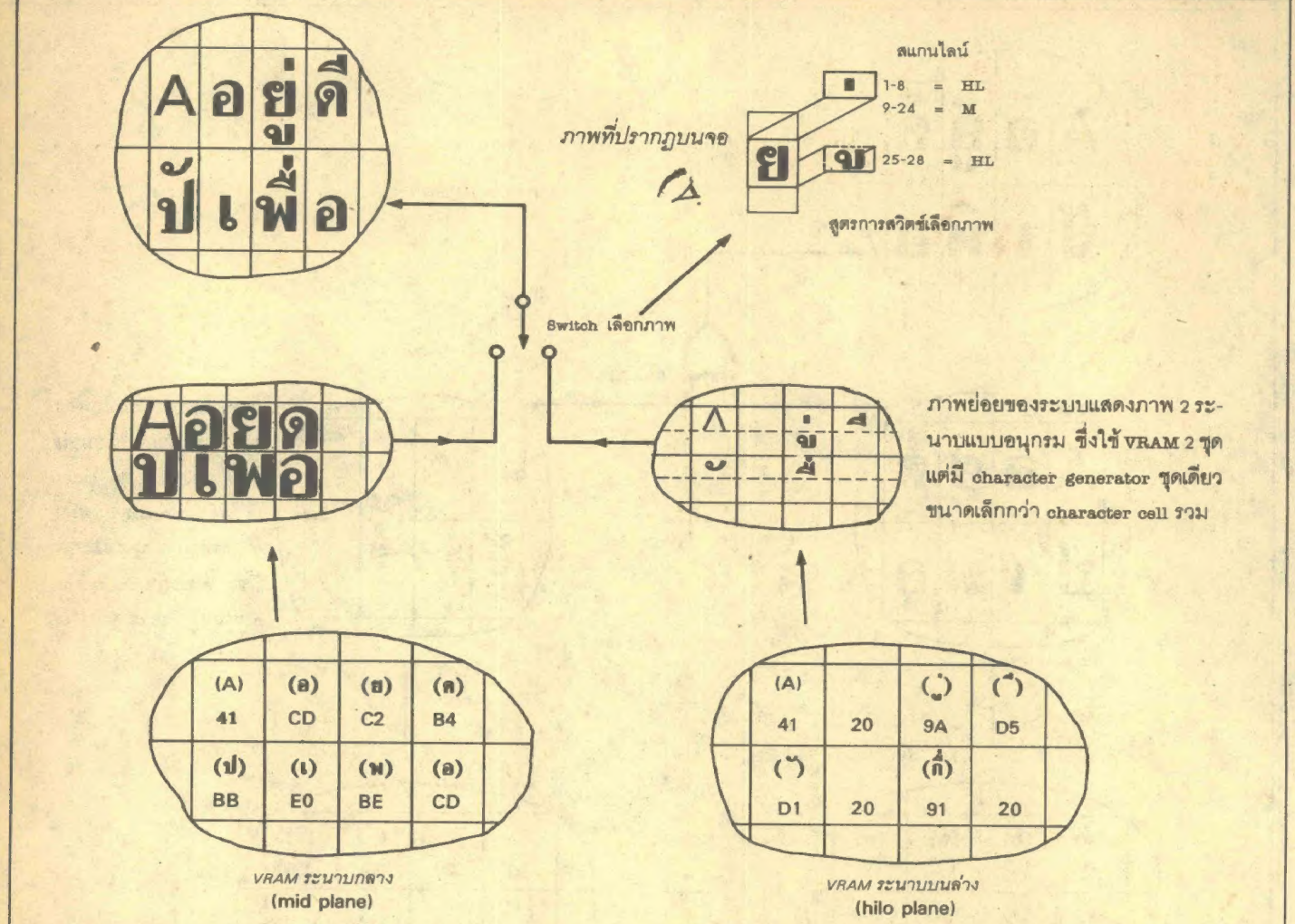
ข้อมูลที่อยู่ใน VRAM ที่สร้างขึ้นเพิ่มเติมอาจจะอยู่ที่แอดเดรสใดๆก็ได้ที่สามารถสแกนภาพออกมาได้พร้อมๆกับ VRAM ระนาบปกติ ข้อมูลในระนาบนี้จะใช้รหัสอะไรก็ได้ ตัวอย่างนี้แสดงรหัสของสัญลักษณ์เป็นแบบ มอก.- Telbiz

เพราะฉะนั้น ระบบภาษาไทยที่จะอยู่รอดก็น่าจะเป็นประเภท 5 บรรทัด หรือแบบไหนก็ตามที่แสดงภาษาไทยได้โดยไม่ต้องแก้ไขฮาร์ดแวร์ เพราะคงจะไม่มีผู้ใดบังอาจไป modify วงจร MCGA หรือ VGA บนเมนบอร์ดของ PS/2 เป็นแน่

อนาคตจะเป็นอย่างไร

ถ้าจะมองในวันนี้แล้วคงจะบอกยากว่าโครงสร้างทางวิศวกรรมแบบไหนจะอยู่ได้นานกว่ากัน ลองพิจารณาดูปัญหาเรื่องความหลากหลายของรหัสภาษาไทยกับการนำซอฟต์แวร์ต่างประเทศมาวิ่งโดยไม่ต้องแก้ไขดูเป็นอุทาหรณ์ ท่านจะพบว่าแม้กระทั่งปัญหายากๆ เหล่านี้ก็สามารถแก้ไขได้โดยอาศัยเทคนิคทางซอฟต์แวร์ชั้นสูง ฉะนั้นปัญหาการแสดงภาพภาษาไทยบนจอแบบเท็กซ์โหมดหรือกราฟิกโหมด ยังคงมีวิธีการใหม่ๆ เกิดขึ้นได้อีก ซึ่งควรที่จะเป็นหัวข้อ

รูปที่ 12 แสดงกลไกการทำงานของระบบแสดงภาพด้วยวิธีการ 2 ระนาบอนุกรม



ข้อมูลที่อยู่ในระนาบกลางมีตำแหน่งตรงกับ VRAM ของภาษาอังกฤษ คือ เริ่มต้นที่ B000 : 0 สำหรับการ์ดแบบโมโนโครม ข้อมูลระนาบนี้ต้องเป็นรหัส ASCII (ในตัวอย่างแสดงอักษรไทยเป็นรหัสตาม มอก.)

ข้อมูลที่อยู่ใน VRAM ระนาบบนล่างอาจจะอยู่ในเขต VRAM ที่ไม่ใช้งานของการ์ดเฮอร์คิวลิสก็ได้ เช่น เริ่มที่ B400 : 0 ซึ่งเป็นโปรแกรมภาษาไทยจะต้องเขียนคำลงใน VRAM บริเวณนี้ สำหรับการสแกนภาพในบริเวณ "บน-ล่าง" นั้น จำเป็นต้องมีฮาร์ดแวร์อัตโนมัติเป็นตัวสวิตช์เลือกแสดงภาพจากระนาบนี้ตามสูตรที่กำหนด ในตัวอย่างนี้ใช้รหัส มอก.- Telbiz

วิจัยกันต่อไป

ผู้เขียนได้ทดลองรันโปรแกรมประเภทเขียนลง VRAM โดยตรง ภายใต้ MicroSoft Windows/386 ในโหมดกราฟิกภาษาอังกฤษล้วน พบว่า Windows สามารถนำข้อความจาก VRAM มาวาดใหม่ในช่องสี่เหลี่ยมแบบกราฟิกโหมดได้อย่างน่าพอใจ สิ่งนี้น่าจะบอกอะไรเราบางอย่างว่าภาษาไทยไม่น่าจะยากกว่าภาษาอังกฤษภายใต้ Windows ภาษาไทยกับจอภาพสมัยใหม่ เช่น VGA คู่กับโปรเซสเซอร์ความเร็วสูงที่ทำงานกับจอกราฟิกดี ๆ อาจจะเป็นคำตอบในเรื่องนี้ได้ดี ผลการทดลองพัฒนาสร้าง "Software Thai Card" ที่ผู้เขียนทำขึ้นที่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ออกมาค่อนข้างน่าพอใจ โดยมี by-product รุ่นแรกเป็นซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า SuperScreen-Print คือพิมพ์ภาพออกมาทางพรินเตอร์แบบกราฟิก โดยที่จุดทุกจุดบนกระดาษตรงกับภาพบนจอภาพ (text mode) ดังที่ใช้แสดงรูปต่างๆในบทความชุดยูทิลิตี้-รูทีน สำหรับในอนาคตคาดว่าจะทดลองวิ่งแบบ real time ร่วมกับจอสีแบบกราฟิก ซึ่งหากสำเร็จก็หมายถึงการ emulate สภาพแวดล้อมไทยการ์ดใดๆ ก็ได้บนฮาร์ดแวร์ ทั้งนี้โดยมิต้องแก้ไขวงจรไฟฟ้าหรือแก้ไขแอพพลิเคชั่นโปรแกรมเก่าทั้งสิ้น *ฟังดูก็น่าตื่นเต้นดีนะครับ*